

## **Energieeffizienz im Hochschulgebäude durch Gebäudebustechnik**

Manfred Mevenkamp

Institut für Informatik und Automation, Hochschule Bremen

### **Zusammenfassung**

Möglichkeiten der Energieeinsparung durch Gebäudesystemtechnik werden am Beispiel zweier Seminarräume der Hochschule Bremen aufgezeigt. Einer der beiden Räume ist mit einem Gebäudebussystem ausgestattet, beide verfügen über Messtechnik für einen direkten energetischen Vergleich. Die durchgeführte Studie<sup>1</sup> zeigt, dass die busgestützte Heizungsregelung zu Einsparungen bis zu 50% gegenüber dem konventionell ausgestatteten Seminarraum führt. Durch tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung wurden mehr als 20% elektrische Energie eingespart, wobei weitere Einsparungen durch Vermeidung von Stand-by-Verlusten der Vorschaltgeräte erreichbar sind.

### **Abstract**

Two classrooms at Bremen University of Applied Sciences are compared energetically to demonstrate the energy savings potential of building automation systems. One of the rooms is equipped with an installation bus system, in both rooms energy consumption and other related quantities are measured. The comparison study shows that 50% energy savings are achieved by the network based heating control system as compared to the standard installation. Daylight responsive lighting increases energy efficiency by more than 20%. This result may be further improved by avoiding stand-by losses of the dimmable electronic ballasts.

### **Energie-Einsparpotentiale**

Die Reduktion des Energiebedarfs im Gebäudebestand spielt eine Schlüsselrolle im Hinblick auf das Erreichen der Klimaschutzziele in Deutschland. Dabei liegt das größte Einsparpotential beim Heizenergieverbrauch. Etwa ein Drittel des gesamten Endenergiebedarfs entfällt heute auf die Heizenergie. Im gewerblichen und sonstigen Zweckbau spielt daneben auch die Beleuchtung mit einem Anteil von ca. 20% am gesamten Stromverbrauch dieses Sektors eine wichtige Rolle.

Neben dem Klimaschutz zwingen auch handfeste ökonomische Gründe zum Handeln. Das gilt besonders für die Gebäude der öffentlichen Hand, wie Schulen und Hochschulen, deren ausufernde Betriebs- und Energiekosten große Löcher in die Haushalte der Kommunen und Länder reißen.

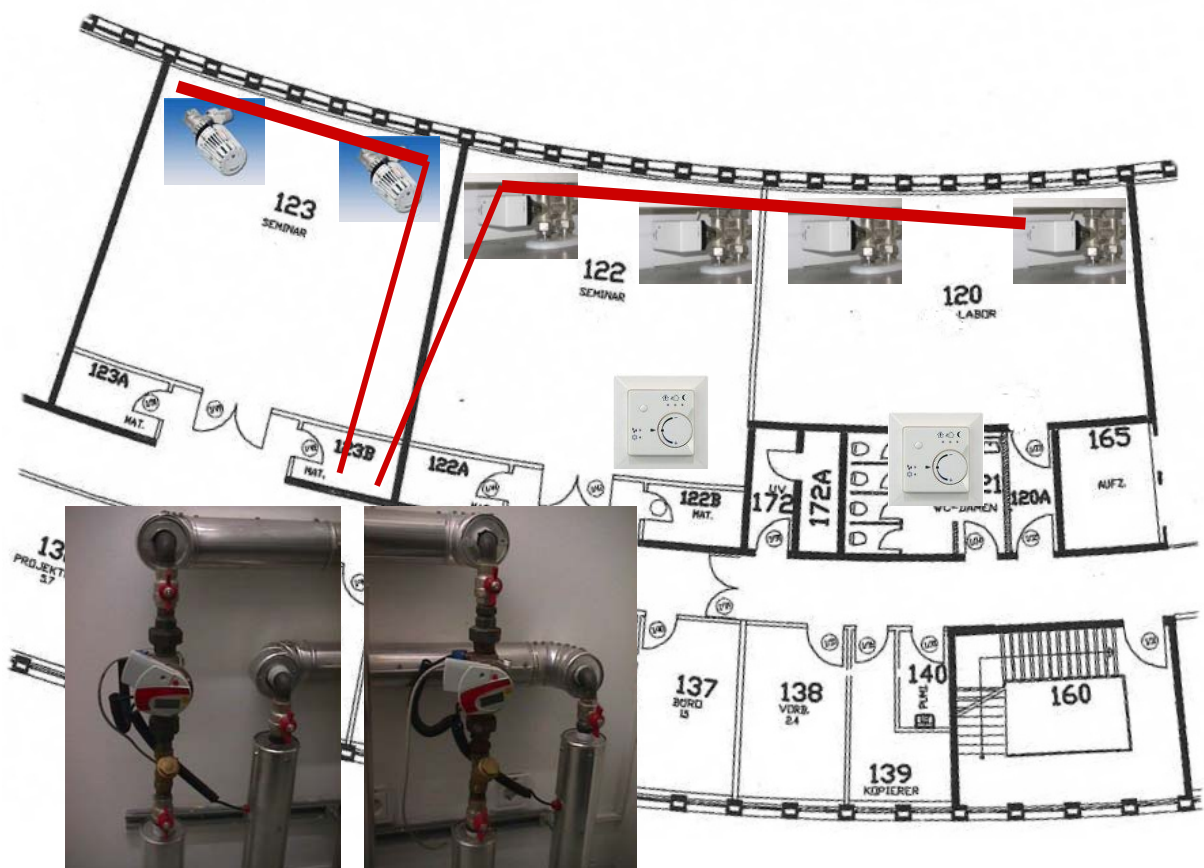
Das Einsparpotential ist enorm. Bei der Heizenergie ist dabei vor allem bei älteren Gebäuden zunächst durch bauliche Maßnahmen, wie verstärkte Wärmedämmung, oft bereits eine Halbierung erreichbar. Ein erhebliches weiteres Einsparpotential, das auch bei neueren Gebäuden zum Tragen kommt, liegt darüber hinaus in automatisierungstechnischen Maßnahmen, wie z. B. kontrollierte Lüftung und Gebäudesystemtechnik für die intelligente Heizungs- und Beleuchtungsregelung.

---

<sup>1</sup> gefördert durch die Bremer Energie-Konsens GmbH

In Gebäuden des Schul- und Hochschulbereichs ist der durch Gebäudebustechnik erzielbare Effekt besonders hoch, weil hohe Nutzerfluktuation und fehlende persönliche Verantwortlichkeit für die Seminarräume zu vielfältiger Energieverschwendung (unnötig brennendes Licht, Heizen bei geöffneten Fenstern etc.) beitragen. Appelle an das Nutzerverhalten zeigen oft nur vorübergehende Wirkung. Intelligente Automatisierung wirkt dagegen dauerhaft und kann sich je nach Aufwand der Nachrüstung schnell amortisieren.

Im Zentrum für Informations- und Medientechnologie (ZIMT) der Hochschule Bremen besteht die Möglichkeit eines direkten Vergleichs der Energieverbräuche zweier benachbarter und weitgehend identisch genutzter Seminarräume. Das 2002 fertig gestellte Gebäude ist mit einer konventionellen Installationstechnik ausgestattet. Lediglich in einem Bereich des 1. OG mit einem Seminarraum und einem angrenzenden Labor wurde ein Gebäudebussystem eingerichtet mit Komponenten zur Beleuchtungsregelung sowie einer Heizungsregelung mittels Raumthermostat, gesteuerten Heizungsventilen und Fensterkontakten, die ein Schließen der Ventile bei geöffneten Fenstern auslösen (siehe **Abbildung 1**).

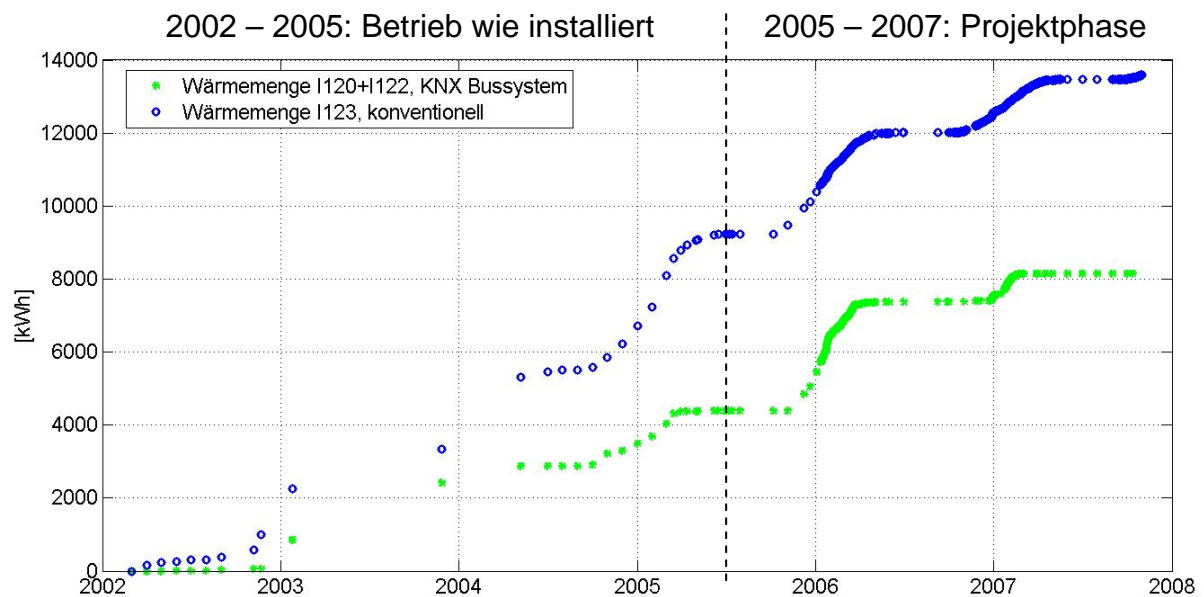


**Abbildung 1:** Grundriss und Installationstechnik der untersuchten Seminarräume mit angrenzendem Labor

## Heizenergieeinsparung durch Einzelraumregelung

Die Wärmemengen beider Räume werden separat erfasst, wobei an den Heizkreis des Seminarraums mit busgestützter Regelung der angrenzende Laborraum zusätzlich angeschlossen ist. Messwerte liegen seit der Fertigstellung des Gebäudes im Jahr 2002 vor. Die gemessene Wärmemenge von Seminarraum und Labor mit

Regelung liegt nach fünf Heizperioden bei ca. 60% des Wertes für den konventionell ausgestatteten Raum allein (siehe **Abbildung 2**).



**Abbildung 2:** Heizenergieverbrauch des Seminarraums mit Standardthermostaten und der beiden Räume mit busgestützter Heizungsregelung im Vergleich

Im Zuge des Projekts wurde ein PC-basiertes Messsystem eingerichtet, bei dem mit Hilfe der Software ELVIS<sup>2</sup> sämtliche Messwerte über den Installationsbus erfasst und archiviert werden. Zur Wärmemenge kamen dabei als weitere Messgrößen die Raumtemperaturen (gemessen an jeweils drei Stellen im Raum) und die Anwesenheit (Präsenzmelder) hinzu. Auf diese Weise wird ein detaillierter Vergleich nicht nur der Wärmemengen sondern auch der Raumnutzung und der Temperaturen, also des Komforts der Nutzer, ermöglicht.

Die Auswertung ergab für die beiden Räume keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Raumbelugung oder der mittleren Raumtemperaturen. Die Einsparungen kommen also nicht einfach von einer etwaigen geringeren Nutzung oder von niedrigerer Einstellung der Temperatur.

Der Einfluss des eingestellten Temperatursollwertes auf den Heizenergieverbrauch wurde mit gezielten Experimenten untersucht. Er hat einen erheblichen Einfluss, wie **Abbildung 3** zeigt. Der im Januar 2006 eingestellte, erhöhte Temperatursollwert führt in diesem Monat zu einem um fast 50% höheren Verbrauch gegenüber dem Raum mit konventioneller Installation. Der gegenteilige Effekt tritt bei Sollwertabsenkung ein. In der Heizperiode 2006/2007 wurde über längere Zeit vom Komfort in den Standby-Betrieb umgeschaltet, was zu dem in **Abbildung 2** erkennbaren, erheblich geringeren Verbrauch in dieser Zeit führte.

**Abbildung 3** weist ab Mitte Februar aber auch einen Zeitraum auf, in dem der Raum mit Installationsbus eine deutlich höhere mittlere Temperatur hat, dabei aber – zusammen mit dem angrenzenden Labor! – nicht mehr Heizenergie benötigt als der konventionell ausgestattete.

<sup>2</sup> [www.it-gmbh.de](http://www.it-gmbh.de)

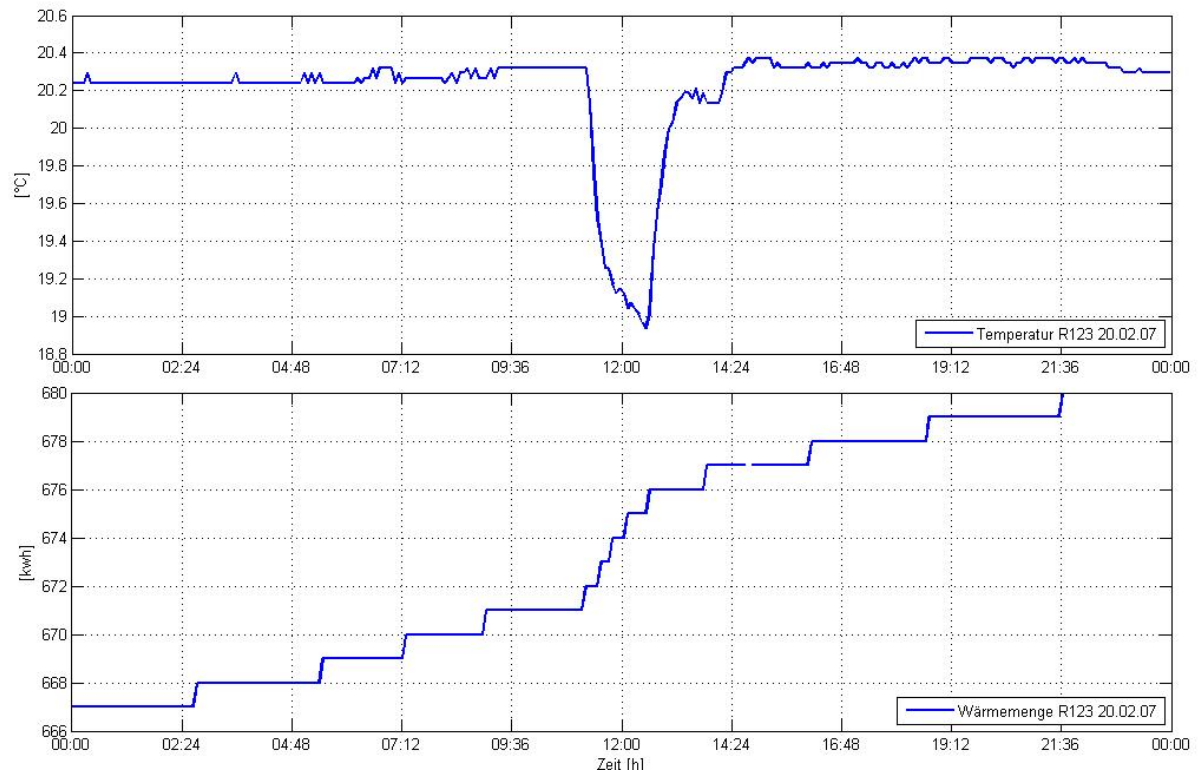


**Abbildung 3:** Mittlere Raumtemperaturen (oben) und Heizwärmemengen (unten) der Vergleichsräume in der Heizperiode 2005/2006

Die durch Einzelraumregelung erzielbaren Energieeinsparungen hängen sehr stark von der Art der Gebäude, den Nutzungsbedingungen und den Nutzern ab. Im vorliegenden Fall ist ein wesentlicher Teil der Einsparungen auf das Schließen der Heizungsventile bei geöffneten Fenstern zurückzuführen. Offene Fenster in verlassenem Seminarräumen sind eher die Regel als die Ausnahme, wenn nach den Vorlesungen gelüftet werden muss, die Räume verlassen werden und unmittelbar anschließend keine weitere Veranstaltung dort stattfindet.

Experimentell wurde für den Raum mit Heizkörperthermostaten eine Verlustwärmeleistung von etwa 5 kW bei geöffneten Fenstern an einem kalten Tag ermittelt (siehe **Abbildung 4**). Mit Fensterkontakten in einer Einzelraumregelung fallen diese Verluste nicht an und für das Aufheizen nach Schließen der Fenster ist nur eine geringfügig höhere Heizenergie erforderlich. Durch diesen Effekt und die allgemein besser am tatsächlichen Bedarf orientierte Raumtemperaturregelung ergibt sich für den direkten Vergleich der beiden hier untersuchten Seminarräume eine Reduzierung des Heizenergieverbrauchs auf die Hälfte.

Dieses Resultat kann nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Eine Studie der FH Biberach im Auftrag des ZVEI stellt die Ergebnisse einer Reihe ähnlicher Untersuchungen an anderen Gebäuden zusammen [3]. Demnach wurden bei Wohngebäuden durch Einzelraumregelung Einsparungen zwischen 20 und 30% erzielt.



**Abbildung 4:** Heizenergieverbrauch bei geöffneten Fenstern mit konventionellen Thermostatventilen

Unter ungünstigen Bedingungen können Einsparungen durch gegenläufige Wirkung von zusätzlichen Komfortfunktionen (Mindesttemperatur bei Abwesenheit) oder nicht sachgemäße Bedienung aber auch vollständig neutralisiert werden [4].

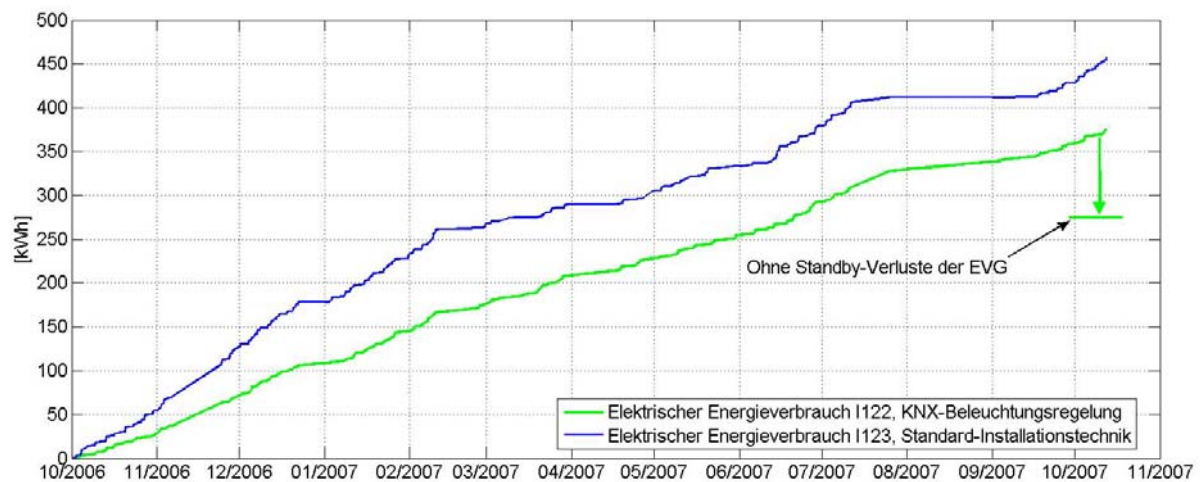
### Tageslichtabhängige Beleuchtung

Die Seminarräume sind mit modernen Spiegelrasterleuchten ausgestattet und weisen somit bereits gute Verbrauchswerte auf. Dennoch lässt sich der elektrische Energieverbrauch durch busgestützte Automatisierung deutlich weiter reduzieren.

Die Leuchten in den Seminarräumen sind in drei Reihen parallel zur Fensterfront angeordnet und in drei Gruppen schaltbar: Tafel, Fensterreihe, übriger Raum. Durch Erweiterung des Bussystems um Präsenzmelder, Helligkeitssensoren und Dimm-Aktoren wurde für die Fenstergruppe und die Leuchten des übrigen Raums jeweils eine bedarfs- und tageslichtabhängige Beleuchtung realisiert.

Sie führte im Messzeitraum zu einer Einsparung von mehr als 20%. Bis zu 40% könnte der Energieverbrauch sinken, wenn zusätzlich die Stand-by-Verluste der dimmbaren elektronischen Vorschaltgeräte (EVG) reduziert oder vermieden werden (siehe **Abbildung 5**).

Diese Lösung ermöglicht demnach eine hohe Effizienz, ist aber durch den Einsatz von je einem Beleuchtungssensor pro Lampengruppe sehr teuer. Lösungen zum abgestuften Dimmen mehrerer Lampengruppen mit nur einem Sensor werden derzeit untersucht. Dabei sollen auch zusätzliche Relais eingesetzt werden, um zur Vermeidung der Stand-by-Verluste die Stromkreise vollständig abzuschalten, wenn kein künstliches Licht benötigt wird.



**Abbildung 5:** Einsparung elektrischer Energie durch bedarfs- und tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung

## Ausblick - Vernetzte intelligente Systeme

Intelligente Gebäudesystemtechnik vernetzt die einzelnen Teilsysteme und -funktionen der verschiedenen Gewerke und öffnet ein weites Feld für mehr Energieeffizienz in Gebäuden. Die Möglichkeiten gehen über die hier vorgestellten regelungstechnischen Lösungen noch deutlich hinaus. Informationssysteme können zu energiesparendem Nutzerverhalten beitragen. Die Einbindung von zentralen Steuereinheiten bietet für Seminarräume z. B. die Möglichkeit belegungsabhängig entsprechend dem Stundenplan zu heizen. Beim zentralen Heizkessel kann eine Regelung, die auf Information über den aktuellen Heizbedarf aller Räume beruht, an die Stelle der bisherigen Steuerung über Außentemperatur und Heizkurven treten.

Die energetisch relevanten Gebäudedefunktionen, Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung, Verschattung, lassen sich nur in einem vernetzten System aufeinander abgestimmt optimieren. Die Gebäudesystemtechnik wird deshalb für die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich eine wichtige Rolle spielen.

## Quellen

- [1] M. Mevenkamp, Ch. Eder, I. Beinaar: "KNX-based Energy Efficient Heating and Lighting in Educational Buildings", KNX Scientific Conference, Wien, 11/2006
- [2] M. Mevenkamp: "Energy Savings from KNX-based Heating and Lighting Control in Educational Buildings", aie conference 2008, European Association of Electrical Contractors, Luxemburg, 09/2008
- [3] M. Becker, P. Knoll: "Energieeinsparpotential durch moderne Elektroinstallation", Studie der FH Biberach im Auftrag des ZVEI, ZVEI, 2008
- [4] K. Jahn, K.-D. Clausnitzer: "Erfolgskontrolle des Einsatzes Zentraler Raumlufttemperaturregler", bremer energie institut, 07/2007 (<http://www.energiekonsens.de/Downloads/Service/endbericht-einzelraumregelung.pdf>)